

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ВАКУУМНОГО ГАЗОЙЛЯ ИЗ КАЗАХСТАНСКОЙ НЕФТИ В ПРОЦЕССАХ ГИДРООЧИСТКИ И КРЕКИНГА

С.Б. Аркенова, А.А. Орешина, Е.К. Вымятнин, Д.Д. Ларюшкина, Т. Калиев, Г.Ю. Назарова

Научные руководители: профессор Е.Н. Ивашкина, доцент Н.И. Кривцова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Развитие нефтепереработки в направлении углубления и химизации технологий на сегодняшний день представляет собой самую передовую и интенсивно развивающуюся отрасль промышленности, с созданием гибких технологических схем и всех видов каталитических и гидрогенизационных процессов глубокой переработки нефти и нефтяных остатков. В связи с этим при рассмотрении каталитических технологий наибольший интерес представляет собой процесс каталитического крекинга, который предназначен для производства высококачественных топливных компонентов для двигателей внутреннего сгорания с октановым числом от 85 до 95 из тяжелого сырья низкого качества [1]. Кроме того, данный процесс сопряжен с получением таких продуктов, как пропан-пропиленовая и бутан-бутиленовая фракция газообразных углеводородов, которые, в свою очередь, являются сырьем для производства различных веществ (сложные эфиры, алкилаты и т. д.). Также на установках крекинга получают компонент дизельного топлива. В то же время при всей своей близости к термическим процессам перераспределения водорода в углеводородах крекинг имеет значительно более высокий выход конечного продукта более высокого качества, что важно с точки зрения экологии. Для улучшения эксплуатационных характеристик компонентов моторных топлив сырье каталитического крекинга часто подвергают предварительной гидроочистке [2].

В данной работе представлены результаты определения молекулярной массы, содержания серы, вязкости и плотности сырья и продуктов процессов гидроочистки и каталитического крекинга вакуумного газойля, полученного при перегонке мазута Казахстанской нефти на установке глубокой переработки комплекса КТ-1/1, мощность которого составляет 2,0 млн. т/год. Установка КТ-1/1 позволяет получать ценные нефтепродукты из мазута: высокооктановый компонент бензинов марок АИ-92, АИ-95, компонент гидроочищенного дизельного топлива, пропан-пропиленовую и бутан-бутиленовую фракцию. Установка включает в себя несколько блоков: вакуумная перегонка мазута, гидроочистка сырья каталитического крекинга, каталитический крекинг, абсорбция и газодиффузионное фракционирование (рис.1).

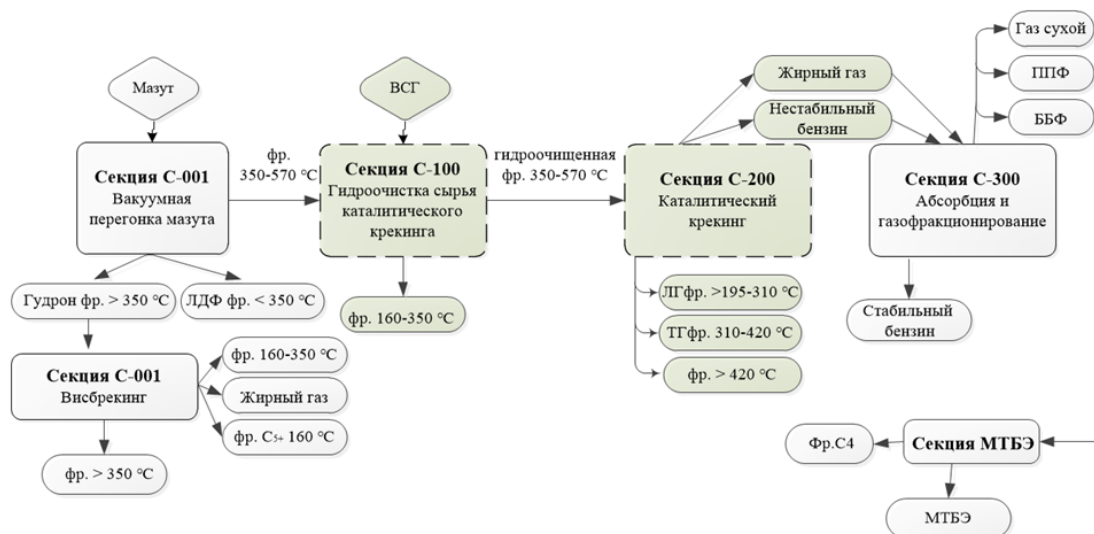


Рис.1. Упрощенная схема установки КТ-1/1: ЛГ – легкий газойль, ТГ – тяжелый газойль, ППФ – пропан-пропиленовая фракция, ББФ – бутан-бутиленовая фракция, ЛДФ – лёгкий вакуумный газойль или дизельная фракция, ВСГ – водородсодержащий газ

В работе были использованы следующие методы: метод криоскопии на установке КРИОН-1 для определения молекулярной массы веществ; вискозиметр Штабингера SVM3000 (Anton Paar) для измерения плотности, динамической и кинематической вязкости образцов; анализатор рентгеновский энергодисперсионный СПЕКТРОСКАН S для измерения массовой доли серы в нефтепродуктах. Результаты, выполненных лабораторных анализов представлены в таблицах 1,2.

Процесс гидроочистки вакуумного газойля направлен на снижение содержания соединений серы и полиароматических углеводородов, поскольку сернистые соединения отравляют катализатор, а также ухудшают качество целевого продукта бензина каталитического крекинга. Гидроочистка нефтепродуктов проводится в среде водорода на катализаторах с образованием сероводорода, который затем улавливают и утилизируют с получением серной кислоты и элементарной серы.

СЕКЦИЯ 12. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ. ПОДСЕКЦИЯ 2 – ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ.

Было установлено, что содержание серы в вакуумном газойле, являющимся сырьем каталитического крекинга, после гидроочистки значительно уменьшилось на 85,4 - 95,3% масс., в нестабильном бензине на 82,5-93,8 % масс, в дизельном топливе на 98,2 - 99 % масс. соответственно.

Таблица 1

Физико-химические свойства сырья и продуктов процесса гидроочистки вакуумного газойля

Образец	Содержание серы, % масс.	Динамическая вязкость, мПа*с	Кинематическая вязкость, мм ² /с	плотность, г/см ³		Молекулярная масса, г/моль
				при 20°С	при 50°С	
Негидроочищенный вакуумный газойль	1,04-1,655	19,404-24,745	21,942-28,044	0,9014-0,9068	0,8824-0,8878	312,3-361,3
Гидроочищенный вакуумный газойль	0,078-0,152	21,14-25,238	24,257-28,888	0,8899-0,8927	0,8708-0,8736	338,5-342,1
Нестабильный бензин (фр. н.к.-180 °С)	0,101-0,182	0,5837-0,6435	0,7957-0,8715	0,7335-0,7383	-	99,1-105,5
Дизельное топливо (фр. 180-350 °С)	0,015-0,023	3,1052-6,5293	3,7086-7,6031	0,8373-0,8588	-	182,8-208,8

Плотность образцов измерялась при двух температурах: при 20 и 50 °С в зависимости от вязкости образца. Чем выше вязкость, тем выше температура измерения необходимых показателей. В результате гидроочистки плотность и вязкость продуктов уменьшаются. Так, плотность при 20 °С для вакуумного газойля до гидроочистки составила 901,4 - 906,8 кг/м³, после гидроочистки плотность вакуумного газойля уменьшилась незначительно до 889,9 - 892,7 кг/м³, плотность нестабильного бензина составила 733,5 - 738,3 кг/м³, дизельного топлива – 837,3 - 858,8 кг/м³.

Таблица 2

Физико-химические свойства продуктов переработки вакуумного газойля в процессе каталитического крекинга

Образец	Содержание серы, % масс.	Динамическая вязкость, мПа*с	Кинематическая вязкость, мм ² /с	Плотность при 20°С, г/см ³	Молекулярная масса, г/моль
Нестабильный бензин	0,008-0,013	0,6899-0,7498	0,9099-0,9851	0,7582-0,7611	96,0-98,6
Компонент дизельного топлива (фр. 195-340 °С)	0,102-0,177	2,7379-4,0157	2,894-4,1429	0,946-0,9693	142,3-149,2
Шлам компонент котельного топлива (фр. выше 340 °С)	0,551-0,564	83,644-281,89	79,232-262,85	1,0557-1,0724	221,0-233,0

В результате исследования основных продуктов процесса каталитического крекинга было установлено, что основное количество серы осталось в шламе, используемом в качестве компонента котельного топлива.

Компонент бензина, который получается в процессе каталитического крекинга, далее поступает на смешение с продуктами установки риформинга и изомеризации. Поэтому содержание серы в бензине каталитического крекинга определяет содержание серы в конечном товарном продукте. Таким образом, от эффективности гидроочистки сырья каталитического крекинга будет зависеть содержание серы, как в товарном бензине, так и в дизельном топливе, производимых на НПЗ.

Полученные значения молекулярной массы потребуются для расчета группового состава сырья и продуктов каталитической переработки вакуумного газойля, а также для составления формализованной схемы превращений углеводородов.

Результаты исследования в дальнейшем будут использованы в разработке математической модели, которая позволит получить наиболее важные показатели качества нефтепродуктов.

Литература

1. Иванчина Э.Д., Ивашкина Е.Н., Назарова Г.Ю., Стебенева В.И., Шафран Т.А., Киселева С.В., Храпов Д.В., Короткова Н.В., Есипенко Р.В. Разработка кинетической модели процесса каталитического крекинга // Катализ в промышленности. – 2017. – Т. 17. – №6. – С. 477-486.
2. Назарова Г.Ю., Ивашкина Е.Н., Иванчина Э.Д., Шафран Т.А., Сейтенова Г.Ж., Бурумбаева Г.Р. Разработка технических решений для увеличения выхода бензиновой фракции и газов в технологии каталитического крекинга вакуумного газойля // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. – 2018. – № 8. – С. 17-24.